

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗІТКНЕНЬ ДРЕЙФУЮЧИХ ЕЛЕКТРОНІВ З МОЛЕКУЛАМИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ДОВГИХ ПРОМІЖКАХ ДВОЕЛЕКТРОДНОЇ РОЗРЯДНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЗМІННОЮ ВИСОКОЮ І НАДВИСОКОЮ НАПРУГОЮ НА ЇХ ТРАЄКТОРІЮ РУХУ

Баранов М.І.

*НДПКІ «Молнія» Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У роботі надані результати наближеного розрахункового визначення впливу ефективної частоти зіткнень v_m дрейфуючих електронів з молекулами основних газів атмосферного повітря в довгих ізоляційних проміжках двоелектродної розрядної системи (ДЕРС) «вістря-площина» із змінною у часі t високою і надвисокою напругою $U_{12}(t)$ на траєкторію їх складного руху у повітряному просторі між металевими електродами вказаної ДЕРС. Для залежності вигляду $U_{12}(t)=U_{12m}\cos(2\pi f_0 t)$, де U_{12m} , f_0 – відповідно амплітуда і частота коливань електричної напруги $U_{12}(t)$ в досліджуваній ДЕРС, показано, що при $v_m^2 \gg f_0^2$ дрейфова швидкість v_{ed} руху вільних електронів уздовж вектору електричного поля в цій ДЕРС по модулю стає приблизно рівною $v_{ed} \approx e_0 E_{xm} / (m_e v_m)$, де $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ кг, $e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл – відповідно маса спокою і модуль заряду електрону, що дрейфує, а $E_{xm} \approx U_{12m} / x$ – амплітуда напруженості змінного електричного поля уздовж координатної осі OX для точки повітря з координатою x в декартовій системі координат, початок якій прив'язано до краю електроду-вістря досліджуваної ДЕРС. Згідно цієї формули для v_{ed} в зоні потенційного електроду-вістря ДЕРС при $U_{12m} \approx 1,8$ МВ, $x \approx 1$ м, $E_{xm} \approx 1,8$ МВ/м і $v_m \approx 2,96 \cdot 10^{12}$ с⁻¹ вказана швидкість дрейфу v_{ed} електронів приймає чисельне значення біля $v_{ed} \approx 10^5$ м/с, яке відповідає відомим чисельним значенням v_{ed} в області техніки і електрофізики високих (надвисоких) напруг. У зв'язку з цим усереднений радіус r_{Lm} кола ларморовського обертання електронів в сильному змінному магнітному полі цієї ДЕРС з максимальною напруженістю $H_{ym} \approx E_{xm} / Z_0$, де $Z_0 = (\mu_0 / \epsilon_0)^{1/2} \approx 377$ Ом – хвильовий опір повітряного простору довгого проміжку в досліджуваній ДЕРС, а $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – відповідно електрична і магнітна постійні, для вказаної розрахункової точки на осі OX в повітряному проміжку ДЕРС визначається наступним виразом: $r_{Lm} \approx (2)^{1/2} m_e v_{ed} x Z_0 (e_0 \mu_0 U_{12m})^{-1}$. Тому в ДЕРС при $x \approx 1$ м, $v_{ed} \approx 10^5$ м/с і $U_{12m} \approx 1,8$ МВ чисельне значення для r_{Lm} складає $r_{Lm} \approx 134$ мкм. Встановлено, що в результаті складного руху дрейфуючого електрона його траєкторія в прийнятому наближенні описуватиметься в повітряному проміжку ДЕРС багатовитковою структурою. При цьому діаметр d_r кіл обертання електрона складатиме біля $d_r \approx 2r_{Lm}$, а крок h_e багатовиткової структури його складної траєкторії руху наблизатиметься до амплітуди зміщення кола ларморовського обертання електрона радіусом r_{Lm} за час $t_e \approx 2\pi r_{Lm} / v_{ed} \approx 1/f_e$ його руху з швидкістю дрейфу v_{ed} , де f_e – циклотронна частота обертання електрона на колі радіусом r_{Lm} , і якій дорівнюватиме біля $h_e \approx v_{ed} / f_e \approx e_0 E_{xm} / (m_e v_m f_e)$. Виконані оцінки параметрів d_r , h_e і f_e для траєкторії руху електрона при вказаних початкових даних показують, що вони приймають значення: $d_r \approx 268$ мкм; $h_e \approx 842$ мкм; $f_e \approx 1,2 \cdot 10^8$ Гц.